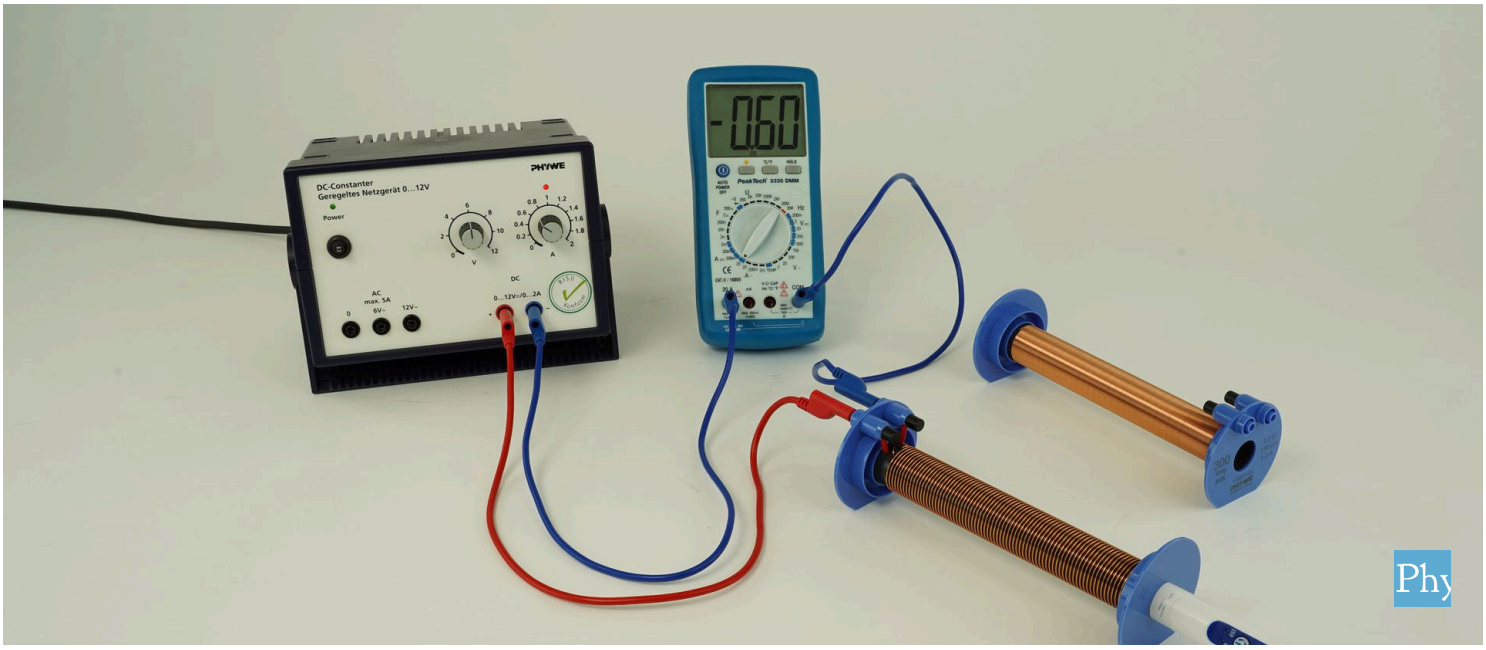
Magnetische Flussdichte einer Spule in Abhängigkeit der Stromstärke



Physik > Elektrizität & Magnetismus > Elektromagnetismus & Induktion

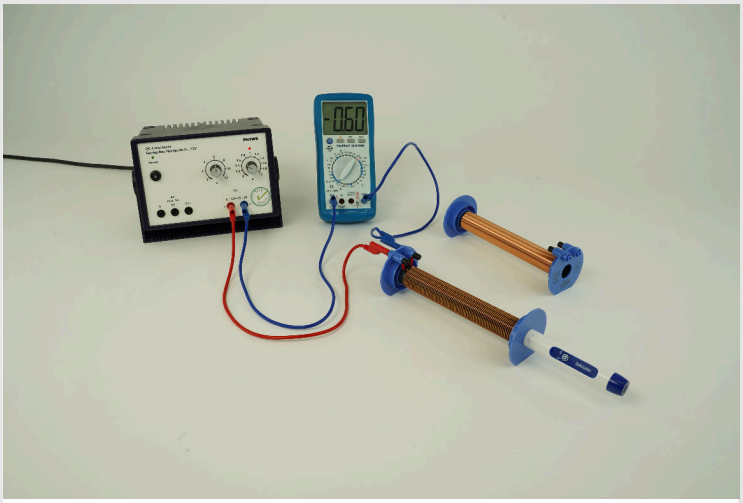
Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	-	-	-

PHYWE excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE excellence in science



Versuchsaufbau

Spulen werden in vielen elektronischen Gegenständen eingebaut. Sie werden zum Beispiel bei Transformatoren, Elektromotoren oder bei Lautsprechern verwendet.

Spulen erzeugen nur ein Magnetfeld, wenn sie an einer Stromquelle angeschlossen sind. Dabei ist die Stärke des Magnetfeldes innerhalb der Spule proportional zur Stromstärke.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE excellence in science

Vorwissen

Die Schüler sollten mit den Grundlagen der magnetischen Flussdichte vertraut sein und sollten wissen, dass eine stromdurchflossende Spule ein Magnetfeld erzeugt.

Prinzip

Die magnetische Flussdichte ist innerhalb einer langen dünnen Spule nahezu konstant und fällt außerhalb der Spule schnell ab. Die magnetische Flussdichte B im Zentrum einer langen Spule ist:

$$B = \mu I N / l$$

Dabei ist μ die magnetische Permeabilität, I die Stromstärke, N die Windungszahl und l die Länge der Spule bzw. N/l die sogenannte Windungsdichte.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE excellence in science

Lernziel

In diesem Versuch soll die magnetische Flussdichte in Abhängigkeit von der Stromstärke untersucht werden. Dabei werden zwei Spulen mit unterschiedlicher Windungsdichte benutzt und verglichen.

Aufgaben

1. Messen der magnetischen Flussdichte innerhalb der Spule mit 26mm Ø und mit 75 Windungen mit steigender Stromstärke.

2. Messen der magnetischen Flussdichte innerhalb der Spule mit 26mm Ø und mit 300 Windungen mit steigender Stromstärke.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sicherheitshinweise

PHYWE excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Anmerkungen

Die maximale Stromstärke von 1,2 A für die Spule mit 300 Windungen sollte nicht überschritten werden, da die Spulen ansonsten überhitzen können.

PHYWE excellence in science

Schülerinformationen

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Motivation

Elektromagnet an einem Bagger

In Elektromagneten wie hier beim Bagger, in Transformatoren oder in Lautsprechen sind Spulen eingebaut. Eine Spule erzeugt ein Magnetfeld, wenn sie am Strom angeschlossen ist. Dabei gilt, dass die Magnetfeldstärke um so größer ist, je größer auch die Stromstärke ist. Neben der Stromstärke ist aber auch die Anzahl der Windungen für die Magnetfeldstärke Ausschlag gebend.

In diesem Versuch lernst du in welcher Weise die Magnetfeldstärke einer Spule von der Windungszahl und Stromstärke abhängen.

Aufgaben

Miss die magnetische Flussdichte innerhalb von langen Spulen in Abhändigkeit der Stromstärke in 0,1 A Schritten.

Verwende dazu zwei Spulen mit einem Durchmesser von 26 mm und Windungszahlen von $N = 75$ bzw. $N = 300$.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - 3-Axis Magnetic field, (Bluetooth + USB)	12947-00	1
2	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
3	Induktionsspule, 300 Windungen, d = 25 mm	11007-03	1
4	Induktionsspule, 75 Windungen, d = 25 mm	11007-07	1
5	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
6	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
7	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200µF, 20 kHz, −20°C…760°C	07122-00	1
8	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (1/4)

PHYWE excellence in science

Zur Messung der magnetischen Flussdichte wird der Cobra SMARTsense und die measureAPP benötigt. Die App kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden - QR-Codes siehe unten. Kontrolliere, ob an deinem Gerät (Tablet, Smartphone) Bluetooth aktiviert ist.

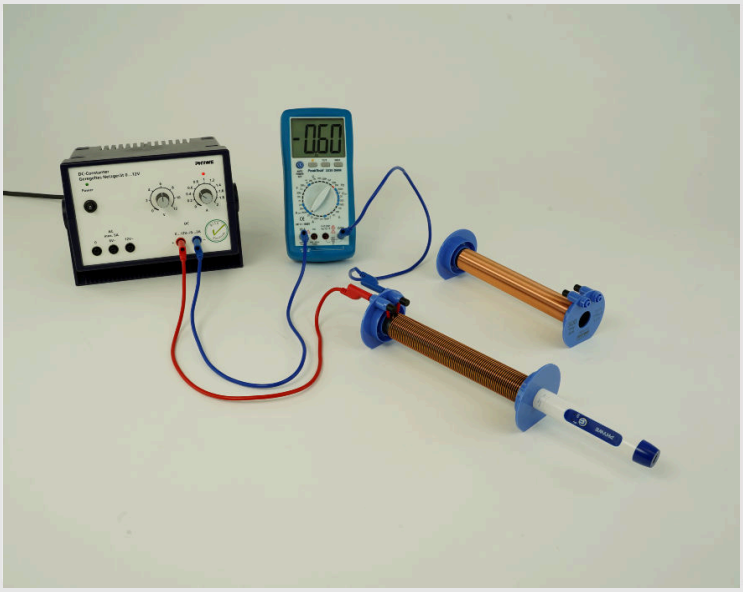
measureAPP für Android Betriebssysteme

measureAPP für iOS Betriebssysteme

measureAPP für Tablets / PCs mit Windows 10

Aufbau (2/4)

PHYWE excellence in science



Baue den Versuch gemäß der linken Abbildung auf: Schalte dazu das Netzgerät (Gleichstrom), ein Amperemeter und die Spule mit $N = 75$ Windungen in Reihe.

Wähle einen ausreichend großen Strommessbereich am Amperemeter. Stelle das Netzgerät auf 0 A auf 12 V (rechter Anschlag) ein. Durch die hiermit aktivierte Strombegrenzung kann nun die Stromstärke geregelt werden.

Schalte das Netzgerät ein.

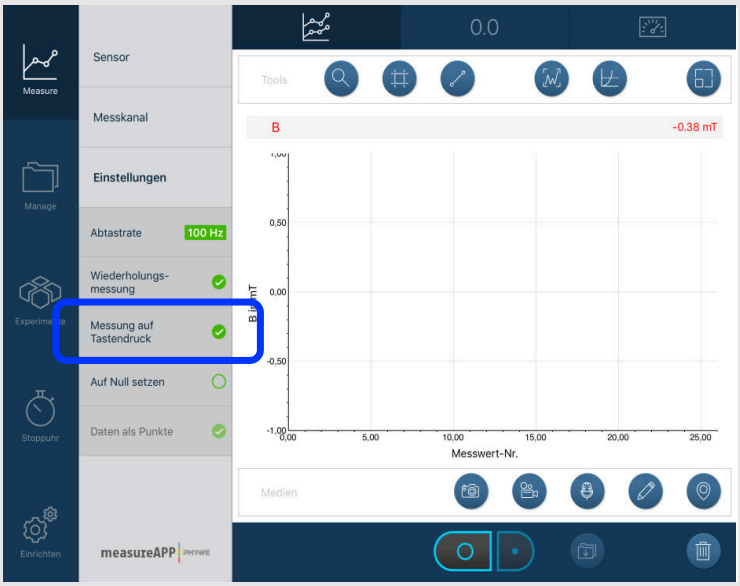
PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (3/4)



Starte auf dem Tablet die measureAPP und schalte den Cobra SMARTsense Magnetfeldsensor an (I/O Knopf ca. 3 Sekunden gedrückt halten).

Wähle in der measureAPP den Sensor aus und verbinde ihn so mit der App. Folgende Einstellungen sind vorzunehmen:

- Feiner Messbereich (- 5 mT ... + 5 mT)
- Messfrequenz: 200 Hz

Wähle außerdem Messung auf Tastendruck aus.

Aufbau (4/4)

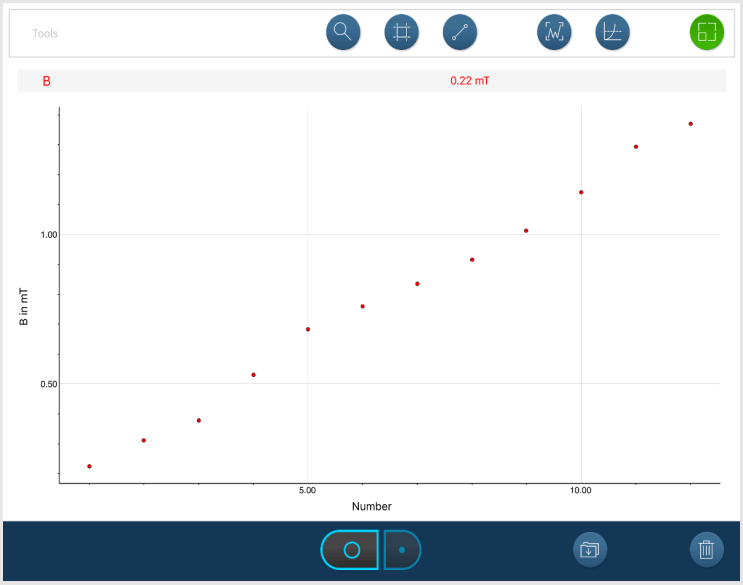
Wähle unter Messkanal nur die Längsrichtung B_x des Sensors, so dass nur die magnetische Flussdichte in Richtung der Längsachse des Sensors gemessen wird.

Positioniere den Sensor in der Spule so, dass sich die Spitze in der Spulenmitte befindet. Kalibriere den Sensor auf Null:

'Einstellungen' > 'Auf Null setzen'.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung (1/2)

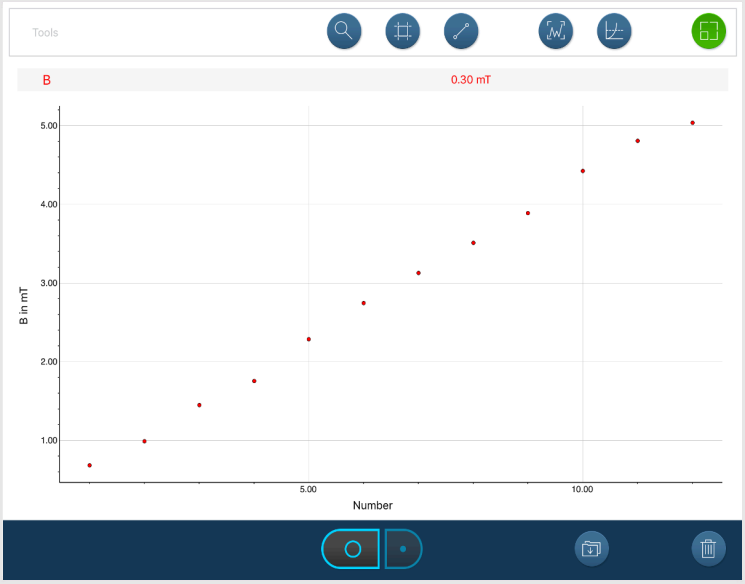


1. Erhöhe die Stromstärke in Schritten von 0,1 A und nimm für jede Stromstärke einen Messpunkt per Tastendruck auf.

Auf diese Weise entspricht die x-Achse der Messung: $I[100\,mA]$.

2. Regele nach dem letzten Messwert die Stromstärke auf Null und schalte das Netzgerät aus. Speichere deine Messwerte.

Durchführung (2/2)



1. Tausche die verbaute Spule durch die mit einer Windungszahl von $N = 300$ aus und schalte das Netzgerät wieder ein.

2. Erhöhe die Stromstärke wie zuvor in Schritten von 0,1 A und nimm für jede Stromstärke einen Messpunkt per Tastendruck auf.

Hinweis: Die maximal zulässige Stromstärke für diese Spule beträgt $I = 1,2\,A$.

3. Schalte nach dem letzten Messwert das Netzgerät aus und speichere deine Messwerte.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE excellence in science

Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE excellence in science

Betrachte deine Messungen separat. Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

- [ ] Die Steigung der Messwerte verläuft linear.
- [ ] Je höher die Stromstärke, desto kleiner die magnetische Flussdichte
- [ ] Je höher die Stromstärke, desto höher die magnetische Flussdichte.
- [ ] Die Steigung der Messwerte verläuft exponentiell.
- [ ] Die Steigung der Messwerte verläuft quadratisch.

Überprüfen

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 2

PHYWE excellence in science

Vergleiche deine Messungen. Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

- [ ] Die Steigung der Messwerte für $N = 75$ ist größer als die für $N = 300$.
- [ ] Die Steigung der Messwerte für beide Spulen ist etwa gleich groß.
- [ ] Die Steigung der Messwerte für $N = 75$ ist kleiner als die für $N = 300$.
- [ ] Die Steigung der beiden Messkurven ist proportional zur Windungszahl N.

Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE excellence in science

Die Spulen zwar unterschiedliche viele Windungen, aber die gleiche Länge. Die Windungszahl pro Längeneinheit ist die sogenannte Windungsdichte $n = N/l$. In wiefern ist diese Größe wichtig? Welche der Aussagen ist richtig.

- ○ Die Magnetfeldstärke ist nur abhängig von der Windungszahl. Die Windungsdichte ist egal.
- ○ Nur die Drahtdicke ist die entscheidende Größe für die Magnetfeldstärke.
- ○ Die Windungsdichte ist entscheidend, da auch die Länge eine Rolle spielt.

Überprüfen

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 4

PHYWE excellence in science

Welche Beziehungen kannst du durch dein Experiment für die magnetische Flussdichte B, die Windungsdichte n, die Stromstärke I, Windungszahl N und die Länge l der Spule feststellen?

- ☐ $B \sim I$
- ☐ $B \sim 1/I$
- ☐ $B \sim n = N/l$
- ☐ $B \sim l$

Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Allgemeine Betrachtung der Messwerte	0/2
Folie 18: Vergleich der Steigungen	0/2
Folie 19: Bedeutung der Windungdichte	0/1
Folie 20: Proportionalitäten	0/2

Gesamtsumme 0/7

Lösungen Wiederholen

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de